

Método EPS para manejo da irrigação de forrageiras

Introdução

Os fatores mais influentes e limitantes ao desenvolvimento das plantas forrageiras referem-se ao solo e ao clima. Ao contrário dos fatores do solo, não se pode modificar a maioria dos fatores climáticos, devendo-se adaptar a eles as espécies, as cultivares e os sistemas de produção. Os principais fatores climáticos que afetam a produção de forragem são a temperatura do ar, a luminosidade e a precipitação pluvial. Aliados à fertilidade e ao armazenamento de água no solo, esses fatores são responsáveis pela maior parte da produtividade das plantas forrageiras.

A disponibilidade hídrica destaca-se como fator primordial, pois mesmo em solos de alta fertilidade, a falta de água impossibilita que as plantas aproveitem os nutrientes contidos no solo. Portanto, quando a disponibilidade de água for o fator limitante ao crescimento, pode-se obter aumento do desempenho produtivo das plantas forrageiras com o uso da irrigação.

O manejo da irrigação é uma forma de racionalizar a aplicação de água nas culturas. Para isso são necessários certos procedimentos para determinar o turno de rega (frequência) e a lâmina de água (quantidade) na irrigação.

O fato de se dispor de muitas fórmulas e vários métodos de manejo pode confundir o irrigante que, por facilidade, muitas vezes opta por um método inadequado sob os pontos de vista técnico, econômico e ecológico, como a irrigação com frequência e lâmina pré-determinadas (Ex.: aplicação de 35 mm a cada 7 dias).

Assim, tem-se buscado alternativas de manejo que sejam de aplicação mais fácil. Esse aspecto tem sido enfatizado em diversos países, como o Brasil e a Índia, onde a irrigação é bastante utilizada.



Fotos: Fernando Campos Mendonça

No presente trabalho é apresentado o método evaporação-planta-solo (EPS) para o manejo da irrigação de plantas forrageiras. O método foi adaptado para o uso com dois tipos de evaporímetros (instrumentos que medem a evaporação de água): o tanque Classe A e o evaporímetro de Piché.

Autores

Fernando Campos Mendonça
Engenheiro Agrônomo, Dr.,
Pesquisador da Embrapa
Pecuária Sudeste,
São Carlos, SP
fernando@cnpse.embrapa.br

Joaquim Bartolomeu Rassini
Engenheiro Agrônomo,
Pesquisador aposentado da
Embrapa Pecuária Sudeste,
São Carlos, SP

Fundamentação teórica do método EPS

O método EPS teve seu início de desenvolvimento no ano agrícola 1999-2000, a partir de experimentação realizada a campo em área de Latossolo Vermelho-Amarelo da Embrapa Pecuária Sudeste, em São Carlos, SP. O estudo envolveu sete espécies forrageiras (alfafa, capim-tanzânia, capim-marandu, *Brachiaria decumbens*, capim-“coast-cross”, capim-elefante e capim-pojuca).

No trabalho de campo foi feito o monitoramento do consumo de água das forrageiras, da precipitação pluvial e da evaporação de água ocorrida em um evaporímetro. O consumo de água das forrageiras (evapotranspiração da cultura ou ETc) foi determinado por meio de um monitoramento contínuo, no qual foram utilizados dados da precipitação pluvial (P, medida em pluviômetro) e da umidade de amostras de solo (método gravimétrico), que permitiram o conhecimento dos perfis de umidade e a determinação de estimativas do armazenamento de água no solo, do consumo de água das plantas (evapotranspiração) e da necessidade de irrigação.

No método EPS o manejo da irrigação é feito utilizando-se informações de dois equipamentos: um evaporímetro (tanque Classe A ou evaporímetro de Piché) e um pluviômetro (Figura 1).

A primeira parte do trabalho de pesquisa foi a determinação da necessidade de irrigação (I) e comparação da diferença entre a evaporação do tanque Classe A e a precipitação pluvial (ECA – P), de modo a encontrar uma relação de proporção entre essas medidas (K).

$$K = \frac{I}{(ECA-P)}$$

em que,

K = coeficiente de proporção entre I e (ECA – P);

I = necessidade de irrigação, em mm/dia;

ECA = evaporação ocorrida no tanque Classe A, em mm/dia;

P = precipitação pluvial, em mm/dia.



Figura 1. (a) Tanque classe A e pluviômetro utilizados no manejo de irrigação (método EPS); (b) evaporímetro de Piché, que pode ser utilizado em substituição ao Tanque Classe A.

Fotos: Fernando Campos Mendonça e Joaquim Bartolomeu Rassini.

A diferença entre a evaporação acumulada do tanque Classe A (ECA) e a precipitação pluvial (P) durante o desenvolvimento da forrageira foi utilizada para determinar a lâmina d'água de irrigação. Com base na redução do armazenamento de água no solo, observou-se que a irrigação deveria ser feita sempre que a diferença entre evaporação e precipitação pluvial atingisse valores entre 20 e 30 mm ($ECA - P = 20$ a 30 mm). A lâmina d'água de irrigação foi definida pela diferença entre o conteúdo de água disponível (CAD) e o armazenamento de água atual do solo (ARMa), imediatamente antes de fazer a irrigação ($I = CAD - ARMa$).

O próximo passo foi o cálculo da proporção entre I e ($ECA - P$). As lâminas d'água de irrigação e a diferença ($ECA - P$) são apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Manejo da irrigação com dados de evaporação do tanque classe A (ECA) e da precipitação pluvial (P), quando $ECA - P = 20$ a 30 mm. São Carlos, 1999-2000.

Alfafa						Gramíneas Forrageiras					
<i>Data</i>	<i>ECA-P (mm)</i>	<i>FRQ^a (dias)</i>	<i>LAI^b (mm)</i>	<i>U. solo (%)</i>		<i>Data</i>	<i>ECA-P (mm)</i>	<i>FRQ^a (dias)</i>	<i>LAI^b (mm)</i>	<i>U. solo (%)</i>	
				<i>Ai^c</i>	<i>Di^d</i>					<i>Ai^c</i>	<i>Di^d</i>
01/07/99	--	0	14,0	7,8	19,6	11/04/00	---	134	19,5	8,5	16,6
12/07/99	25,0	12	23,8	8,3	20,5	17/04/00	28,9	6	18,3	9,2	17,4
20/07/99	30,0	8	20,8	6,2	19,1	24/04/00	27,6	7	17,8	8,1	17,3
28/07/99	29,3	8	20,4	8,2	20,7	02/05/00	30,5	8	15,6	8,1	17,0
05/08/99	26,6	8	19,7	7,4	17,9	12/05/00	26,0	10	15,4	8,5	17,5
11/08/99	29,9	6	18,9	6,8	17,2	22/05/00	30,0	10	15,6	8,3	18,6
17/08/99	26,5	6	23,8	8,5	18,7	06/06/00	27,3	15	16,1	10,3	19,8
23/08/99	26,8	6	16,8	7,0	15,2	15/06/00	27,1	9	14,4	8,9	18,2
28/08/99	28,8	5	19,6	6,6	16,6	23/06/00	26,0	8	14,6	9,0	18,3
02/09/99	30,1	5	15,6	6,9	16,0	03/07/00	30,5	10	15,0	9,3	17,7
06/09/99	26,0	4	15,4	7,0	17,4	11/07/00	26,5	8	14,8	9,4	17,4
05/10/99	25,0	28	26,0	6,6	17,3	01/08/00	25,8	21	16,5	9,5	18,3
11/10/99	25,0	5	20,1	9,5	17,0	08/08/00	26,3	7	12,9	8,5	18,1
15/10/99	25,0	4	21,9	9,0	19,2	14/08/00	30,4	6	13,7	8,2	17,6
25/10/99	26,1	10	19,0	6,7	16,4	23/08/00	25,8	9	13,0	9,6	17,8
02/11/99	25,0	8	20,2	5,8	17,2	24/09/00	30,0	32	17,0	7,9	16,7
02/12/99	25,0	30	22,0	8,1	15,0	15/10/00	30,7	21	12,4	9,1	17,7
15/04/00	28,9	103	17,3	7,4	16,0	19/00/00	25,6	4	12,6	9,9	17,8
20/04/00	25,0	5	19,7	7,8	16,8	23/10/00	26,8	4	15,0	9,2	17,6
26/04/00	26,0	6	12,6	6,2	14,4	01/11/00	30,8	9	12,1	7,7	18,4
02/05/00	25,7	6	17,8	6,8	14,9	06/11/00	26,7	5	16,1	8,3	17,6
11/05/00	25,0	9	22,9	7,9	18,2						
17/05/00	25,0	6	16,0	9,3	17,8						
25/05/00	25,0	8	17,5	9,8	16,8						
Média	26,6	8,8	19,2	7,6	17,3	Média	27,9	9,9	15,2	8,8	17,8

Fonte: Rassini (2002)

^aFRQ = frequência de irrigação

^bLAI = lâmina de irrigação (quantidade de água, por aplicação)

^cAi = umidade do solo, antes da irrigação (camada de 0-10 cm)

^dDi = umidade do solo, depois da irrigação (camada de 0-10 cm)

Os resultados apresentados na Tabela 1 mostram que o autor encontrou uma relação média $K = 0,72$ para a alfafa e $K = 0,54$ para as gramíneas tropicais:

Alfafa:

$$K = \frac{19,2}{26,6} = 0,72$$

Gramíneas tropicais:

$$K = \frac{15,2}{27,9} = 0,54$$

Os valores do coeficiente K mostram as diferenças na eficiência de uso de água entre a alfafa e as gramíneas tropicais, que está ligada às características do ciclo fotossintético. A alfafa é uma planta de ciclo fotossintético tipo C_3 , e as gramíneas tropicais são plantas de ciclo fotossintético C_4 . Essa diferença afeta o desempenho fotossintético das plantas, como se pode ver na Tabela 2, inclusive com relação ao consumo de água. As plantas C_4 adaptam-se melhor a temperaturas mais altas, e seus sistemas de captação de luz suportam intensidades luminosas muito maiores que as plantas C_3 . Enquanto as plantas C_3 se desenvolvem bem até 500 μmol de fótons/ $\text{m}^2\cdot\text{s}$, as plantas C_4 se desenvolvem em intensidades maiores do que 2000 μmol de fótons/ $\text{m}^2\cdot\text{s}$. Considerando as altas intensidades luminosas e as altas temperaturas normalmente encontradas em ambientes tropicais, as plantas C_4 (como as gramíneas) desenvolvem-se melhor. Os dois tipos de plantas lidam com a água de modo diferente, e as plantas C_4 são bem mais eficientes que as C_3 em lidar com a água. Isso se deve à maior eficiência em captar e armazenar o carbono oriundo do CO_2 , que permite às plantas C_4 melhor gerenciamento da abertura estomática, um processo fundamental no controle da transpiração foliar.

Tabela 2. Comparação do desempenho dos sistemas fotossintéticos de plantas C_3 e C_4

	C_3	C_4
Fotorrespiração	Sim	Não
Ponto Compensação (mmol/mol CO_2)	20 - 100	0-5
Temperatura ótima ($^{\circ}\text{C}$)	20 - 25	30 - 45
Eficiência fotossintética x temperatura	Diminui	Estável
EUA* (L de água/kg de matéria seca produzida)	500 - 1000	200 - 350
Saturação de luz (μmol de fótons/ $\text{m}^2\cdot\text{s}$)	400 - 500	> 2000

Fonte: Adaptado de Buckeridge et al. (2010).

Utilização do método EPS

No método EPS original utiliza-se o tanque Classe A para medir a evaporação de água, o que apresenta alguns problemas para sua adoção em propriedades rurais, inerentes ao uso do tanque evaporímetro, tais como:

- a) Alto custo de aquisição;
- b) Dificuldade de proteção contra aves e animais terrestres, que podem beber água no tanque e distorcer as medições de evaporação;
- c) Dificuldades de manejo do tanque por parte de produtores rurais, com necessidade de controle constante do nível de água no tanque (retirada do excesso de chuva e reposição da evaporação);
- d) Possibilidade de problemas de saúde pública (criatório de mosquito que transmite a dengue).

Por essas razões, o método foi posteriormente adaptado, com a substituição do tanque Classe A pelo evaporímetro de Piché, cujo uso resultou nas seguintes vantagens:

- a) Baixo custo (cerca de 10% do custo do tanque Classe A);
- b) Porte pequeno (35 cm de comprimento e 1 cm de diâmetro);
- c) Instalação fácil, em local arejado e sombreado (Ex.: varanda da casa);
- d) Facilidade de manejo (reposição de água e leitura);
- e) Evita problemas de saúde pública (contato entre a água e a atmosfera só se verifica por meio de um círculo de papel de filtro).

Novos testes foram feitos para obtenção do coeficiente (K) para uso do método com o evaporímetro de Piché:

$$K = \frac{I}{(E_{Pi} - P)}$$

em que,

K = coeficiente de proporção entre I e ($E_{Pi} - P$);

E_{Pi} = evaporação ocorrida no evaporímetro de Piché, em mm/dia;

Nas condições reinantes no experimento, em São Carlos-SP, os valores de K foram:

Alfafa: K = 0,85

Gramíneas tropicais: K = 0,65

A diferença entre os valores de K em relação ao tanque Classe A devem-se, principalmente, às condições de instalação dos equipamentos. O tanque Classe A fica totalmente exposto ao sol, enquanto o evaporímetro de Piché foi instalado em um abrigo meteorológico padrão (Figura 2), à sombra durante todo o dia. Isto faz com que a evaporação de água no Piché seja menor que no tanque Classe A. Há trabalhos científicos mostrando que a evaporação de água no evaporímetro de Piché é de 70% a 90% da evaporação no tanque Classe A ($E_{Pi} = 0,7$ a $0,9$ ECA), dependendo das condições climáticas regionais, e de instalação dos equipamentos.



Figura 2 . (a) Abrigo meteorológico padrão; (b) Evaporímetro de Piché e demais instrumentos no abrigo.

Fotos: Fernando Campos Mendonça.

A difusão do método EPS foi feita por meio de palestras e cursos de extensão, e a transferência de tecnologia tem sido feita pelos técnicos de serviços de extensão rural públicos e privados. Várias propriedades rurais utilizam-no com sucesso, atestando a efetividade e a facilidade de seu uso.

Uso do método EPS com tanque Classe A - Lâmina fixa e turno de rega variável

Na Tabela 3 há um exemplo de manejo da irrigação com o método EPS, utilizando um tanque Classe A. Nesse caso utilizou-se a estratégia de irrigar quando o armazenamento de água no solo atingisse um limite (umidade crítica) a partir do qual as plantas sofrem estresse hídrico. A umidade crítica está relacionada à diferença entre a evaporação do tanque Classe A e a precipitação pluvial (ECA - P).

O solo do local foi submetido a análises físicas e constatou-se que a umidade crítica para pastagens tropicais foi atingida quando a diferença "ECA - P" alcançava valores entre 20 e 30 mm, e as lâminas d'água de irrigação correspondentes deveriam estar entre 11 e 17 mm (coeficiente K = 0,54).

Tabela 3. Exemplo de aplicação do método EPS considerando-se as ocorrências climáticas durante o mês de Janeiro/2008. São Carlos, SP.

Data	Leitura Tanque Classe A (mm)	Reposição ou ajuste de nível	Diferença (mm)	ECA ^a (mm)	P ^b (mm)	ECA - P ^c (mm)	Irrigação (mm)
-	-	-	-	-	-	-	-
05/01/2008	77,1	-----	5,0	5,0	-----	5,0	-----
06/01/2008	71,0	-----	6,1	6,1	-----	11,1	-----
07/01/2008	64,0	-----	7,0	7,0	-----	18,1	-----
08/01/2008	57,0	79,9	7,0	7,0	-----	25,1	13,6
09/01/2008	75,4	-----	4,5	4,5	-----	4,46	-----
10/01/2008	70,0	-----	5,4	5,4	-----	9,86	-----
11/01/2008	86,7	81,7	-16,7	3,3	20,0	0	-----
12/01/2008	75,8	-----	5,9	5,9	-----	5,9	-----
13/01/2008	-----	78,4	-----	-----	52,0	0	-----
14/01/2008	73,2	-----	5,2	5,2	-----	5,2	-----
15/01/2008	70,0	-----	3,2	3,2	-----	8,4	-----
16/01/2008	62,5	-----	7,5	7,5	-----	15,9	-----
17/01/2008	57,1	81,5	5,4	5,4	-----	20,3	10,9
18/01/2008	77,3	-----	4,2	4,2	-----	4,2	-----
19/01/2008	73,0	-----	4,3	4,3	-----	8,5	-----
-	-	-	-	-	-	-	-

^aECA = evaporação de água no tanque classe A

^bP = precipitação pluvial

^cECA - P = acúmulo da diferença entre evaporação e precipitação

O cálculo da evaporação foi feito por diferença de leitura em dias subsequentes. Por exemplo, no dia 06/01/2008 a evaporação foi de 6,1 mm, valor obtido por subtração de 71,0 (leitura de 06/01/2008) de 77,1 (leitura de 05/01/2008).

A evaporação acumulada entre 05/01 e 08/01/2008 (25,1 mm), menos a precipitação no período (0,0 mm), estava dentro da faixa do método (20 a 30 mm). Realizou-se a irrigação aplicando-se uma lâmina de 13,6 mm no dia 08/01/2008.

Quanto à reposição e à manutenção do nível de água do tanque entre 5,0 e 7,5 cm, podem ocorrer duas situações: reposição: "positiva" ou "negativa". A reposição positiva ocorreu no dia 08/01/2008, pois a demanda evaporativa ocorrida até esse dia foi alta e o nível d'água no tanque ficou abaixo de 7,5 cm da borda superior. Neste caso colocou-se água até o nível se estabelecer entre 5,0 e 7,5 cm. A reposição negativa ocorreu no dia 11/01/2008, quando a precipitação fez a leitura do dia ser superior à do dia anterior. Como o nível d'água chegou a menos de 5,0 cm da borda superior, retirou-se água até o nível ficar entre 5,0 e 7,5 cm.

Às vezes, no caso de muita chuva, pode haver transbordamento de água do tanque, que impede a leitura; nessa situação, a evaporação é considerada nula (zero); no exemplo ocorreu a chuva do dia 13/01/2008 (52 mm). Com chuvas superiores a 20 mm, o valor acumulado de “ECA – P” inicia-se novamente, com valor nulo (zero).

Neste caso a decisão por irrigar ou não foi tomada observando o consumo de água, que varia com o clima. Portanto, o intervalo entre irrigações também variou (4 dias na primeira irrigação e 9 dias na segunda). Esse método funciona melhor em áreas pequenas, nas quais se pode irrigar toda a área em um mesmo dia.

Uso do método EPS com evaporímetro de Piché - Turno de rega fixo e lâmina d'água variável

Em áreas maiores geralmente utiliza-se o método EPS com turno de rega fixo e lâmina d'água variável, pois assim é mais fácil projetar o sistema de irrigação e planejar a sua utilização. O manejo de irrigação com turno de rega fixo e lâmina d'água variável facilita o trabalho do operador do sistema de irrigação, pois a cada dia irriga-se uma parte igual da área, exceto quando chove.

O evaporímetro de Piché simplifica o uso do método EPS, pois não há risco de transbordamento de água, mas apenas necessidade de encher o aparelho para repor a água evaporada. Tampouco há problemas com animais, que podem beber água diretamente do tanque Classe A e provocar grandes desvios na leitura da evaporação.

Apesar de o método EPS ter sido desenvolvido com um evaporímetro de Piché instalado em um abrigo meteorológico padronizado, o instrumento também pode ser instalado em varandas de residências ou em outras construções nas propriedades rurais (Figura 3), desde que não esteja exposto ao vento e que não haja incidência direta de luz solar sobre o instrumento.

Na Tabela 4 encontra-se um exemplo de manejo de irrigação com turno de rega utilizando o evaporímetro de Piché. No caso do método EPS com o evaporímetro de Piché utilizou-se um coeficiente $K = 0,65$. O método pode ser utilizado com qualquer turno de rega, que é definido no projeto de irrigação. No exemplo, o turno de rega foi de cinco dias e foram necessárias duas irrigações em três turnos de rega.



Figura 3. Vista lateral e frontal de evaporímetro de Piché em varanda de propriedade rural, exposto ao vento, mas protegido da incidência direta de luz solar.

Foto: Fernando Campos Mendonça.

Tabela 4. Exemplo de aplicação do método EPS considerando-se as ocorrências climáticas durante o mês de Janeiro/2008. São Carlos, SP.

Data	Leitura Evap. Piché (mm)	Reposição de água (mm)	Diferença (mm)	E _{Pi} ^a (mm)	P ^b (mm)	E _{Pi} – P ^c (mm)	Irrigação (mm)
04/01/2008	35,0	-----	2,5	2,5	20,0	0	-----
05/01/2008	30,0	-----	5,0	5,0	-----	5,00	-----
06/01/2008	23,9	-----	6,1	6,1	-----	11,1	-----
07/01/2008	17,0	-----	6,9	6,9	-----	18,0	-----
08/01/2008	10,2	34,8	6,8	6,8	-----	24,8	-----
09/01/2008	30,3	-----	4,5	4,5	-----	29,3	19,0
10/01/2008	24,9	-----	5,4	5,4	-----	5,4	-----
11/01/2008	21,6	-----	3,3	3,3	20,0	0	-----
12/01/2008	15,7	-----	5,9	5,9	-----	5,9	-----
13/01/2008	14,0	-----	1,7	1,7	52,0	0	-----
14/01/2008	8,8	35,0	5,2	5,2	-----	5,2	-----
15/01/2008	31,8	-----	3,2	3,2	-----	8,4	-----
16/01/2008	27,4	-----	4,4	4,4	-----	12,8	-----
17/01/2008	22,3	-----	5,1	5,1	-----	17,9	-----
18/01/2008	17,1	-----	5,2	5,2	-----	23,1	-----
19/01/2008	10,7	34,8	6,4	6,4	-----	29,5	19,2

^a E_{Pi} = evaporação de água no evaporímetro de Piché

^b P = precipitação pluvial

^c E_{Pi} - PRP = acúmulo da diferença entre evaporação e precipitação

Apesar de ser um processo contínuo de monitoramento, o exemplo inicia-se no dia 04/01/2008, no qual houve uma chuva de 20 mm que foi suficiente para levar o solo à condição de máximo armazenamento de água, que é denominada “capacidade de campo”. No período de 05 a 09/01/2008 foram medidas, a precipitação pluvial (P) e a evaporação de água ocorrida no Piché (E_{Pi}), calculando-se a diferença entre eles (E_{Pi} – P) e somando-se o resultado durante esse período (saldo E_{Pi} – P), que gerou um valor acumulado de 29,3 mm. A lâmina d’água de irrigação desse período (19 mm) foi calculada utilizando-se o valor de K = 0,65, da seguinte forma:

$$I = 0,65 \times 29,3 = 19 \text{ mm}$$

O processo continuou no período de 10 a 14/01/2008, e não houve irrigação porque o saldo de “E_{Pi} – P” acumulado foi muito baixo (5,2 mm) e, conseqüentemente, o armazenamento de água no solo não havia atingido o ponto crítico. O cálculo da lâmina d’água de irrigação para esse período mostraria a necessidade de reposição de 3,4 mm ($I = 0,65 \times 5,2 = 3,4 \text{ mm}$), que é muito pequena para justificar o funcionamento do sistema de irrigação.

O valor mínimo considerado para se fazer uma irrigação, em solos de textura média, é de 15 mm (E_{Pi} – P = 15), que equivale a uma lâmina d’água de 10 mm, aproximadamente ($I = 0,65 \times 15 = 9,8 \text{ mm}$). Esse valor foi determinado considerando-se que:

- a) as forrageiras tropicais exploram uma camada de solo de 40-60 cm;
- b) os solos em regiões tropicais armazenam de 20 a 70 mm nessa camada;
- c) as forrageiras tropicais conseguem aproveitar ao menos 50% da água armazenada no solo sem sofrer estresse hídrico significativo.

Portanto, no dia 14/01/2008 não houve irrigação e continuou-se acumulando os valores de E_{Pi} - P até a próxima data de irrigação (19/01). No exemplo, a irrigação seguinte ocorreu no dia 19/01/2008, quando o valor acumulado foi E_{Pi} - P = 29,5 mm e então calculou-se a irrigação:

$$I = 0,65 \times 29,5 = 19,2 \text{ mm}$$

Recomendações

O método EPS é simples, de baixo custo e tem boa aplicação prática no manejo da irrigação de pastagens. Como o método foi desenvolvido com a aquisição de dados meteorológicos em condições experimentais controladas, é necessário fazer algumas adaptações para sua utilização em propriedades rurais:

- a) é necessário conhecer a capacidade de armazenamento de água no solo da pastagem para poder definir a umidade crítica e o valor de “ECA – P” ou de “Epi – P” utilizado no cálculo da lâmina d’água de irrigação;
- b) em propriedades rurais recomenda-se o uso do evaporímetro de Piché para a medição da evaporação de água, pelo custo mais baixo e pela simplicidade de operação em comparação ao tanque classe A;
- c) a água a ser colocada no evaporímetro de Piché deve ser previamente fervida, deixando-se esfriar em recipiente opaco e com tampa para evitar nova contaminação com microrganismos (algas e bactérias), para aumentar a vida útil do círculo de papel de filtro do Piché;
- d) os valores do coeficiente de proporção (K) apresentados neste trabalho foram obtidos com instrumentos meteorológicos instalados em condições experimentais controladas. Portanto, é interessante fazer uma adaptação de seus valores para uso em propriedades rurais. Essa adaptação é feita por tentativas, verificando se a umidade do solo após a irrigação é a esperada (armazenamento máximo). Caso a umidade não seja a esperada, o valor do coeficiente K deve ser aumentado (em caso de déficit) ou diminuído (em caso de excesso).

Referências

- BARIONI, L. G.; MARTHA JÚNIOR, G. B.; RAMOS, A. K. B.; VELOSO, R. F.; RODRIGUES, D. C.; VILELA, L. Planejamento e gestão do uso de recursos forrageiros na produção de bovinos em pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 20., Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2003. p. 105-153.
- BLANCO, F. F.; FOLEGATTI, M. V. Evaluation of evaporation-measuring equipments for estimating evapotranspiration within a greenhouse. *Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental*. v. 8, n. 2-3, p. 184-188, 2004. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1415-43662004000200004&script=sci_arttext.
- BUCKERIDGE, M. S.; Yepes, A.; Souza, A. P.; Marabesi, M.; Tonini, P. P. **Comparação entre os sistemas fotossintéticos C₃ e C₄**. Disponível em: http://felix.ib.usp.br/pessoal/marcos/minhaweb3/PDFs/Pratica_fotossintese.pdf. Acesso em 15 de dez. 2009.
- DOORENBOS, J.; PRUITT, W. O. **Guidelines for predicting crop water requirements**. 2 ed., Rome: FAP, 1977. 179 p. (FAP. Irrigation and Drainage Paper, 24).
- PEREIRA, A. R.; VILA NOVA, N. A.; SEDYAMA, G. C. **Evapotranspiração**. Piracicaba: FEALQ, 1997. 183 p.
- RASSINI, J. B. **Irrigação de pastagens: frequência e quantidade de aplicação de água em Latossolos textura média**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2002. 7 p. (Embrapa Pecuária Sudeste. Circular Técnica, 31).
- SOUZA, E. C. S.; SANTOS, R. L. Análise da evaporação obtidos com tanque classe “A” e evaporímetro de Piché, em Feira de Santana (BA). In: SIMPÓSIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA USP – SIICUSP, 16., 2008, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2008.

Circular Técnica, 63

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
Embrapa Pecuária Sudeste
Endereço: Rod. Washington Luiz, km 234,
 São Carlos, SP
Fone: (16) 3411-5600
Fax: (16) 3361-5754
E-mail: sac@cppse.embrapa.br

1ª edição on-line: (2009)



Comitê de publicações

Presidente: Ana Rita de Araujo Nogueira.
Secretário-Executivo: Simone Cristina Méo Niciura.
Membros: Ane Lisye F.G. Silvestre,
 Maria Cristina Campanelli Brito,
 Milena Ambrosio Telles,
 Sônia Borges de Alencar.

Expediente

Revisão de texto: Simone Cristina Méo Niciura.
Editoração eletrônica: Maria Cristina Campanelli Brito.